

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1c996 U.S. PTO
09/886294
06/21/01

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 34510 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 06월 22일
Date of Application

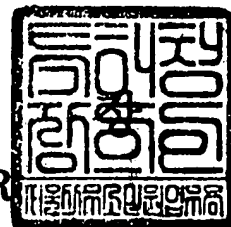
출원인 : 칩스브레인(주)
Applicant(s)



2001 년 05 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.06.22
【국제특허분류】	G02H
【국제특허분류】	G06T
【국제특허분류】	G06F
【국제특허분류】	H01L
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	최적화된 메모리 구조 및 정합 화소 수를 적용한 디스패러티 측정 아키텍처
【발명의 영문명칭】	Architecture for Measuring Disparlty using Memory Structual Optimized and Matching Pixel Count
【출원인】	
【명칭】	칩스브레인 (주)
【출원인코드】	1-2000-028442-8
【지분】	100/100
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오승호
【성명의 영문표기】	OH, SEUNG HO
【주민등록번호】	651212-1069413
【우편번호】	130-100
【주소】	서울특별시 동대문구 장안동 433-19
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【조기공개】	신청
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 심사청구, 특허법 제64조의 규정에 의한 출원공개를 신청합니다. 출원인 칩스브레인(주) (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	17 면 17,000 원

1020000034510

2001/5/

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	3	항	205,000	원
【합계】	251,000			원

【요약서】**【요약】**

(i) 기준 화소의 한 점을 중심으로 하는 기준 창에 대해 탐색 창의 대응 화소를 포함하는 탐색 창들의 밝기가 유사한 화소 수를 나타내는 정합 화소 수를 이용하여 기준 창과 기준 창으로부터 이미 정해진 탐색 범위 내의 거리에 있고 기준 창과 동일한 형태의 탐색 영상 각각의 탐색 창간에 유사도 측정값을 공유 구조를 이용해 반복적으로 계산하고, (ii) 기준 화소에 대해 정합 화소 수를 이용하여 유사도 측정값이 가장 크게 되는 기준 창과 탐색 창간의 스테레오 변위를 결정함으로써, 기준 영상의 기준 화소들에 대해 탐색 영상간의 스테레오 변위가 결정된다.

【대표도】

도 5

【색인어】

Disparity, Stereo, MPC

【명세서】

【발명의 명칭】

최적화된 메모리 구조 및 정합 화소 수를 적용한 디스패리티 측정 아키텍처
 {Architecture for Measuring Disparity using Memory Structural Optimized and Matching
 Pixel Count}

【도면의 간단한 설명】

도1은 에피폴라 구속 조건에 구속되는 정합을 도시하는 도면

도2는 MPC 유사도 측정 방법에 내재된 중복 연산을 도시하는 도면

도3은 중복 계산이 제거된 MPC 유사도 측정 방법을 도시하는 도면

도4는 본 발명의 실시예에 따른 MPC 유사도 측정 방법에 대한 흐름도

도5는 본 발명의 실시예에 따른 변위 지도 $D(x,y)$ 를 결정하기 위한 전체

아키텍처를 도시하는 도면

도6은 도 5에 도시된 아키텍처의 Strip-연산기의 내부 구조를 나타내는 도면

도7은 도 6에 도시된 아키텍처의 첫 번째 S-유니트의 내부 구조를 나타내는 도면

도8은 도 6에 도시된 아키텍처의 두 번째부터 마지막까지 S-유니트의 내부 구조
 를 나타내는 도면

도9는 도 5에 도시된 아키텍처의 S-버퍼의 내부 구조를 나타내는 도면

도10은 도 9에 도시된 아키텍처의 S-레지스터의 내부 구조를 나타내는 도면

도11은 도 5에 도시된 아키텍처의 MPC-유니트의 내부 구조를 나타내는 도면

도12는 도 5에 도시된 아키텍처의 MPC-버퍼의 내부 구조를 나타내는 도면

도13은 도 5에 도시된 아키텍처의 MPC 갱신부의 내부 구조를 나타내는 도면

도14는 도 5에 도시된 아키텍처의 Max_MPC 선택부의 내부 구조를 나타내는 도면

도15는 도 14에 도시된 아키텍처의 병렬 최대값 선택기의 내부 구조를 나타내는 도면

도16은 도 15에 도시된 아키텍처의 Comp-유니트의 내부 구조를 나타내는 도면

도17은 도 15에 도시된 아키텍처의 비교 선택기의 내부 구조를 나타내는 도면

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100 : S-버퍼

200 : MPC-프로세서

210 : Strip-연산기

220 : MPC-유니트

230 : MPC-버퍼

240 : Max_MPC 선택부

250 : 제어 유니트

260 : MPC 갱신부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<28> 본 발명은 디지털 영상 처리에 관한 것으로, 특히 2개의 서로 다른 영상 내의 화소

의 유사도 측정 방법과 이를 효율적으로 구현하기 위한 아키텍처에 관한 것이다.

- <29> 스테레오 변위 추정은 3차원 또는 스테레오 비전 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있는 영역이다. 스테레오 변위는 기준 영상 내의 하나의 화소와 탐색 영상 내의 다른 하나의 화소사이의 오프셋 또는 변위를 의미하며, 각각의 화소는 물리적 공간내의 동일한 점에 대응된다. 기준 및 탐색 영상은 각각 왼쪽 및 오른쪽 눈으로 본 영상이다. 기준 영상 내의 주어진 화소에 정합되는 탐색 화소내의 화소를 결정하기 위하여, 두 영상내의 화소에 대한 좌표가 먼저 설정되어야 한다. 그리고 나서, 유사도는 기준 영상내의 주어진 화소(즉, 기준화소)를 중심으로 하는 일정한 크기의 창 내의 화소들과 대응점이라고 간주되어지는 탐색 영상의 화소들을 중심으로 하는 같은 크기의 창 내의 화소들 간의 유사도를 계산한다. 탐색 영상 내에서 최대치의 유사도를 갖는 화소를 기준 화소에 정합되는 화소로 본다.
- <30> 기준 영상의 매 화소에 대해 탐색 범위 내의 모든 후보 대응 화소에 대해 유사도를 구하여 기준 영상에 대한 변위 지도를 작성한다. 후보 대응 화소를 에피폴라 구속조건 적용하여 기준 화소와 동일 수평선상의 화소로 제한함으로써, 변위 지도를 훨씬 간단히 작성할 수 있도록 한다.
- <31> 도 1은 에피폴라 구속 조건에 의한 정합을 도시하는 도면이다. 기준 영상의 원으로 표시된 화소의 대응점을 탐색 영상에서 찾기 위해, 기준 화소를 중심으로 한 창과 탐색 영상내의 후보 대응 화소를 중심으로 한 창과의 유사도를 탐색 영상내의 창을 탐색 영역 내에서 수평선을 따라서 이동시키면서 계산한다. 탐색 영상 내에서 최대치의 유사도를 갖는 후보 탐색 화소를 기준 화소에 정합되는 화소로 본다. 정합되는 화소와 기준 화소 간의 변위를 기준 화소에 대한 스테레오 변위가 된다.

<32> 정합되는 화소를 결정하기 위한 유사도를 계산하는 방법에는 화소간의 밝기 차를 보는 SSD(Sum of Squared Differences) 및 SAD(Sum of Absolute Differences) 방법과 상관 관계를 보는 NCC(Normalized Cross Correlation) 방법 등이 있다. SSD, SAD 그리고 NCC 등의 유사도 측정 방법은 한 탐색 화소가 변위 지도에 영향이 주어진 탐색 화소의 밝기 값에 따라 다르다. 따라서, 화소간의 밝기 변화가 큰 영역의 변위 경계선이 밝기 변화가 작은 영역으로 연장되는 경계의 지나침(boundary overreach)'이라는 현상이 생기고, 이 때문에 물체의 경계 부분에서 잘못된 변위 값을 발생시킨다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<33> 따라서, 본 발명의 목적은 탐색 화소의 밝기 값을 직접 이용하지 않고 정합창 내에서 밝기가 비슷한 정합 화소의 개수(Matching Pixel Count : MPC)를 사용한 유사도 측정 방법을 이용하여 스테레오 변위 추정에서 경계의 지나침 현상을 막는 것이다. 본 발명의 다른 하나의 목적은 상기 방법을 최적화된 메모리 구조를 사용함으로써 실시간에 효율적으로 구현하는 스테레오 변위 추정용 장치를 제공하는 것이다.

<34> 본 발명의 하나의 실시 예는 기준 영상과 그의 기준 화소에 대한 탐색 영상 각의 변위 결정 방법에 있어서

<35> i) 탐색 창 의 대응 화소들의 밝기가 유사한 기준 창 의 화소 수를 나타내는 정합 화소 수를 이용하여, 기준 화소의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 화소의 세트를 포함하는 기준 창과 기준 창으로부터 이미 정해진 탐색 범위 내의 거리에 있고 기준 창과 동일한 형태의 탐색 영상의 한 그룹의 각 탐색 창간에 유사성 측정치를 계산하는 단계 및

- <36> ii) 기준 화소에 대한 스테레오 변위로서 유사성 측정치가 가장 크게 되는 탐색 창과 기준 창간의 변위를 결정하는 단계를 포함하는 방법에 대한 것이다.
- <37> 본 발명의 또 다른 실시 예는 기준 영상과 그의 기준 화소에 대한 탐색 영상간의 스테레오 변위 결정 장치에 있어서
- <38> i) 탐색 창의 대응 화소들의 밝기와 유사한 기준 창의 화소 수를 나타내는 정합 화소 수를 이용하여 기준 화소의 한 점을 중심으로 반경 내의 화소의 세트를 포함하는 기준 창과 기준 창으로부터 이미 정해진 탐색 범위내의 거리에 있고 기준 창과 동일한 형태의 탐색 영상의 한 그룹의 각 탐색 창간에 유사성 측정치를 계산하는 제 1 수단 및
- <39> ii) 기준 화소에 대한 스테레오 변위로서 유사성 측정치가 가장 크게 되는 탐색 창과 기준 창간의 변위를 결정하는 제2 수단을 포함하되
- <40> $R(x,y)$ 는 기준 화소를 나타내고, 기준 창은 $R(x,y)$ 상의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 $W_x \times W_y$ 개의 화소(여기서 W_x 와 W_y 는 이미 정해진 수임)들을 포함하며, 탐색 창 각각은 탐색 영상의 한 화소인 $L(x+d,y)$ 상의 한 점(여기서 d 는 영에서 이미 정해진 수 S_r 까지를 변역으로 함) 삼의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 $W_x \times W_y$ 개의 화소들을 포함하고,
- <41> 상기 제1 수단은 하기 식
- <42> $i) P(x,y,d) =$
- <43>
$$\begin{cases} 1, & \text{if } \text{abs}(Y_R(x,y) - Y_L(x+d,y)) \leq Th \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$
- <44> (여기서 $Y_R(x,y)$ 와 $Y_L(x+d,y)$ 은 $R(x,y)$ 와 $L(x+d,y)$ 의 밝기 값을 나타내고, Th 는 이미 정해진 경계 치임)에 의해 $P(x,y,d)$ 를 계산하는 S-유니트

<45> i 2)상기 S-유니트로부터의 $V(x,y,d)$ 값을 저장하기 위한 S-버퍼

<46> i 3) 하기 식

<47>
$$MPC(x,y,d) = \sum_w P(x,y,d)$$

<48> (여기서 w 는 기준 창과 $L(x+d,y)$ 상의 한 점을 중심으로 일정 거리에 있는 탐색 창을 나타냄)에 의해 $d=0$ 에서 $d=S_r$ 까지의 $MPC(x,y,d)$ 를 결정하기 위한 제3 수단을 포함하며

<49> 상기 제2 수단은 $R(x,y)$ 에 대한 스테레오 변위로서 $MPC(x,y,d)$ 가 가장 큰 값이 되는 d 값을 선택하는 단계를 포함하는 장치에 대한 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<50> 본 출원에서 서술되고 청구된 방법에 따르면, MPC가 기준 영상내의 기준 창과 탐색 영상내의 복수개의 탐색 창 각각에 대한 유사도 측정에 이용된다. 여기서는 한 화소가 유사도에 미치는 영향을 밝기 값에 관계없이 동일하게 함으로써 영상의 경계 부분에서도 정확한 결과를 얻을 수 있다. MPC는 하나의 영상내의 창의 화소(상기 화소에 대응되는 다른 영상내의 화소가 비슷한 밝기 값을 갖는 화소)의 개수로부터 계산한다.

<51> 기준 창 및 탐색 창이 에피폴라 구속 조건을 만족하는 경우, 기준 영상 내의 (x,y) 에 위치한 화소 $R(x,y)$ 를 중심으로 하는 기준 창 및 탐색 영상 내의 $(x+d, y)$ 에 위치한 화소 $L(x+d,y)$ 를 중심으로 하는 탐색 창 사이의 $MPC(x,y,d)$ 값은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<52> 【수학식 1】

$$MPC(x,y,d) = \sum_w P(x,y,d)$$

<53>

$$P(x,y,d)=\begin{cases} 1, & \text{if } |Y_R(x,y)-Y_{L(x+d,y)}| \leq Th, \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

<54> 는 각각 화소 $R(x,y)$ 및 화소 $L(x+d,y)$ 의 밝기 값을 나타내고 W 는 기준 영상의 $R(x,y)$ 또는 탐색 영상의 $L(x+d,y)$ 을 중심으로 하는 화소 집합인 크기 $(W_x \times W_y)$ 정합 창을 나타낸다. 또한, Th 는 미리 정의된 문턱 값이다.

<55> $P(x,y,d)$ 는 두 개의 영상에서 $R(x,y)$, $L(x+d,y)$ 에 대해 화소 밝기가 비슷하면 1, 비슷하지 않으면 0의 값을 갖는다. 기준 영상 $R(x,y)$ 위치의 화소에 대한 변위 값은 모든 탐색 범위 $d(d=0 \sim S_r)$ 에 대해 $MPC(x,y,d)$ 를 구한 후 이 값이 최대가 되는 d 값이 된다.

<56> 도 2는 MPC 유사도 측정 방법에 내재된 중복 연산을 도시하는 도면이다. 에피폴라 구속 조건에도 불구하고, 기준 영상의 모든 화소에 대해 MPC 값을 결정하기 위한 계산량은 $(I_x \times I_y) \times (W_x \times W_y) \times S_r$ 에 비례한다. 여기서 $(I_x \times I_y)$ 는 영상의 크기, $(W_x \times W_y)$ 는 창的大小, S_r 은 탐색 범위를 나타낸다. 이처럼 많은 계산량이 필요한 것은 MPC 방법에 내재되어 있는 중복 계산에서 기인한다.

<57> 도 2에 도시된 바와 같이, 두 점 $R(x,y)$ 와 $L(x+d,y)$ 사이의 MPC 값이 결정되었다면 $R(x+1, y)$ 와 $L(x+1+d,y)$ 사이의 MPC 값을 결정할 때는 2개의 수평으로 변위된 창에서 겹치는 부분에 대응되는 계산은 중복되는 계산일 것이다. 이러한 많은 양의 중복 계산은 연산 결과를 저장하는 버퍼를 사용하며 제거할 수 있고, 전체 계산량을 창 크기에 영향을 받지 않는 $(I_x \times I_y) \times S_r$ 에 비례하는 양으로 줄일 수 있다.

<58> 도 3은 중복 계산을 제거한 MPC 값 계산 방법을 도시하는 도면으로서, 단순히 기준 영

상의 화소만이 도시되어 있다. $MPC(wx, y, d)$ 는 하기의 식에 의해 S 값을 더하여 계산한다.

<59> 【수학식 2】

$$MPC(wx, y, d) = \sum_{i=-wy}^{wy} S(wx+i, y, d)$$

<60> 상기 수학식 2에서 wx 보다 큰 x 에 대해서는, $MPC(x, y, d)$ 는 전 단계에서 계산된 MPC 의 값 $MPC(x-1, y, d)$ 로부터 하기의 식과 같이 계산이 가능하다.

<61> 【수학식 3】

$$MPC(x, y, d) = MPC(x-1, y, d) + S(x+wx, y, d) - S(x-1-wx, y, d)$$

<62> 상기 수학식 2 및 수학식 3에서 wx 및 wy 는 창 의 중앙에서 각각 수평 및 수직 방향으로 경계까지의 거리를 나타낸다. 즉 다음과 같다.

<63> 【수학식 4】

$$wx = \frac{W_x - 1}{2}, \quad wy = \frac{W_y - 1}{2}$$

<64> 비슷한 방법으로, 열의 최초의 S 값인 $S(x, wy, d)$ 는 다음과 같이 수직 부분에 대한 $P(x, y+i, d)$ 를 더하여 계산한다.

<65> 【수학식 5】

$$S(x, wy, d) = \sum_{i=-wy}^{wy} P(x, wy+i, d)$$

<66> 여기서 $P(x, wy+1, d)$ 는 수학식 1에서와 같이 $R(x, y)$ 및 $L(x+d, y)$ 의 값이 비슷하면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는다. wy 보다 큰 y 에 대해서는 위의 과정을 반복 수행함으로써

($I_y - w_y$)만큼 반복된 과정을 수행하게 된다.

<67> 기준 영상 및 탐색 영상에 대해 스테레오 변위 추정을 시작할 때, 수학식 5에 따라 $R(x, w_y)$ 와 $L(x+d, w_y)$ 를 중심으로 하는 수직선간의 유사도를 나타내는 $S(x, w_y, d)$ 가 w_x 크기의 x 와 탐색 구간에서의 d 값, 즉 $x=0 \sim w_x$, $d=0 \sim S_r$ 에 대해 먼저 계산된다. 즉 각각의 x 값에 대해서 탐색 범위(S_r+1) 만큼의 S 값인 $S(x, w_y, 0)$, $S(x, w_y, 1)$, $S(x, w_y, 2)$, ..., $S(x, w_y, S_r)$ 이 구해진다. 구해진 S 값은 $4 \times w_y \times (S_r+1)$ 크기의 S 버퍼에 저장된다. S 버퍼의 각 크기는 수직선간의 유사도 값을 나타내며 이 값은 $\log_2 w_x$ 의 round up된 정수이다.

<68> 수학식 2에서, $MPC(w_x, y, d)$ 는 기준 영상의 w_x 번째 열의 화소인 $R(w_x, y)$ 와 탐색 영상의 화소 좌표 $L(w_x+d, y)$ 를 중심으로 하는 정합창 간의 유사도를 나타내며, 수직선간의 정합 $S(w_x+i, y, d)$ 를 $i=-w_x$ 부터 w_x 까지 누적하여 MPC 버퍼에 저장함으로써 초기화된다. 이러한 MPC 버퍼의 초기화는 각 행의 (w_x) 번째 화소에 대해 수행된다.

<69> w_x 보다 큰 x 값에 대하여, $MPC(x, y, d)$ 는 수학식 3과 도 3에 나타낸 것과 같이 MPC 버퍼에 저장되어 있던 동일한 행 내의 이전 화소에 대한 MPC인 $MPC(x-1, y, d)$ 를 사용함으로써 계산된다. 구체적으로는, 이전에 계산된 MPC 값에 창에 새로 추가되는 수직선에 대한 S 값인 $S(x+w_x, y, d)$ 를 더하고, 창에서 제외되는 수직선에 대한 S 값인 $S(x-w_x-1, y, d)$ 를 빼 줌으로써 계산될 수 있다.

<70> 유사하게, w_y 보다 큰 y 값에 대하여 $MPC(x, y, d)$ 값을 계산할 때는 위의 과정을 반복함으로써 변위 값을 구한다.

<71> 요약하면, (w_y) 번째 행의 각 화소를 중심으로 하는 수직선들에 대한 S 값으로 S 버퍼를

초기화하고, 한 행의 (w_x)번째 화소에 대한 MPC 값으로 MPC 버퍼를 초기화한 이후에는, 다른 MPC 값들은 수식식 3에 의해 중복 연산 없이 구할 수 있다. 이 때, 각 화소의 탐색 변위는 동일해야만 한다. 기준 영상의 화소 $R(x,y)$ 에 대해서 탐색 범위 내에 있는 탐색 영상의 각각의 화소에 대한 MPC 정합 결과 중 최대 값을 갖는 화소가 $L(x+d_{max},y)$ 라면 d_{max} 가 $R(x,y)$ 에 대한 스테레오 변위가 된다.

<72> 도 4에 이상에서 설명한 중복 계산이 제거된 MPC 스테레오 변위 추출을 위한 MPC 정합 알고리즘의 흐름도를 도시하고 있다. 이 알고리즘의 입력으로 주어지는 것은 1) 기준 영상 및 탐색 영상에서 화소 $R(x,y)$ 및 $L(x,y)$ 의 강도 (여기서, $x=0\sim I_x-1$, $y=0\sim I_y-1$)와 2) 정합창의 크기를 나타내는 w_x 및 w_y (여기서, w_x 및 w_y 는 홀수), 그리고 3) 탐색 범위 S_r 등이 있다. 이 알고리즘의 출력은 각 화소에 대한 변위를 내포하고 있는 변위 지표 $DM(x,y)$ (여기서, $x=w_x\sim I_x-w_x$, $y=w_y\sim I_y-w_y$)이다.

<73> 단계(S20)에서, y 는 w_y 로 초기화된다. 이어서, 단계(S30)에서, $x=0\sim w_x$, $d=0\sim S_r$ 에 대한 $S(x,w_y,d)$ 인 초기 S 값이 계산되고, 그 결과가 S 버퍼 내에 저장된다. S 버퍼에 저장되는 S 값은 정합창의 수직 열에 해당하는 크기인 w_y 에 대한 유사도를 나타내며 $S_r \times (w_x+1)$ 개의 버퍼로 구성된다.

<74> 단계(S40, S70, S90, S130)은 $MPC(x,y,d)$ 값을 구하기 위한 x , y , d 의 범위에 대한 조건을 체크하며, 단계(S60)에서 x 는 w_x 로 초기화시키고, 단계(S80)에서는 d 와 최대 MPC 값에 대한 초기화를 수행한다.

<75> 단계(S50, S85, S110)에서는 주어진 x , y , d 값의 범위에 대한 반복 과정을 수행하기 위한 갱신 과정을 나타낸다.

<76> 단계(S120, S130, S140, S150, S160)에서, MPC 값은 x 의 값에 따라 초기화 또는 갱신되며, S 값은 갱신된다. 이 단계는 각각의 x , y , 및 d 의 값($x=wx \sim Ix+wx$, $y=wy \sim Iy-wy-1$, $d=0 \sim Sr$)에 대하여 수행된다. $x=wx$ 일 때는, 수학식 2가 그 행에서 제1 MPC 값을 생성하기 위하여 수행되고, x 의 값이 $Ix-d-wx$ 보다 작고 wx 보다 큰 경우에는 수학식 2와 3이 수행된다. x 의 값이 $Ix-d-wx$ 보다 크거나 같은 경우에는 MPC 값을 0으로 한다.

<77> 단계(S170, S180)은 기준 화소에 대한 변위로서 최대의 MPC 값을 주는 d 값을 결정한다. 모든 단계들이 완료된 이후에, $x=wx \sim Ix-wx$, $y=wy \sim Iy-wy$ 에 대한 변위 지도 $DM(x,y)$ 이 얻어진다.

<78> 도 5는 본 발명에 따른 변위 값을 결정하기 위한 장치를 도시한다. 장치는 Strip 연산기(100) 및 MPC-프로세서(200)를 포함하되, 창 크기를 11×1 로 하기 위하여 w_x , w_y 의 값은 11로 설정되고 Sr 은 63으로 설정된다. 기준 및 탐색 영상의 화소 값들과 두 화소가 유사한 지를 결정하는 문턱 값 Th 가 이 장치의 입력으로 들어가고, 동기화 신호 $Hsync$ 및 $Vsync$ 또한 장치의 입력으로 주어진다. 출력으로는 기준 영상의 화소 $R(x,y)$ 에서 최대 $MPC(x,y,d)$ 와 그 때의 변위 $DM(x,y)$ 값이 나오게 된다.

<79> MPC-프로세서(200)는 Strip-연산기(210), MPC-유니트(220), MPC-버퍼(230), MPC 갱신부(260), Max_MPC 선택부(240), 및 제어 유니트로 구성된다. S-연산기(210)는 S-유니트(211)가 $(Sr+1)$ 개 있어서, 각 기준 화소 $R(x,y)$ 에 대해서 탐색 범위에 대해 $(Sr+1)$ 개의 MPC 값이 병렬로 계산된다. 화소 값 $R(x,y)$ 및 $L(x+d, y)$ 이 S-연산기(210)에 입력되어 수학식 1에 나타난 $P(x,y,d)$ 를 w_y 크기에 대해 누적을 수행함으로써 MPC 값을 계산하게 된다. S-유니트(211)에서는 주어진 (x,y) 에 대하여 $(Sr+1)$ 개의

$$S(x,wy,d) = \sum_{i=-wy}^{wy} P(x,wy+i,d) \quad (\text{여기서, } d=0 \sim Sr) \text{ 값을 병렬로 계산하게 된다. 이}$$

렇게 계산된 값은 S-버퍼(100)에 저장된다.

- <80> 이렇게 입력된 $S(x,y,d)$ 값은 MPC-유니트(220)로 입력되어 $MPC(x,y,d)$ 를 계산하게 된다. $MPC(x,y,d)$ 값을 계산한 후에는 MPC-버퍼(230)에 저장되고 MPC 갱신부(260)에 의해 갱신된 $MPC(x,y,d)$ 값을 구하게되며 Max_MPC 선택부(240)에 의해 최대 $MPC(x,y,d)$ 값을 구하게 된다.
- <81> Max_MPC 선택부(240)는 MPC-유니트(220)와 MPC 갱신부로부터 화소 $R(x,y)$ 에 대한 MPC 값을 받아서 가장 큰 MPC 값을 선택하고, 그 때의 변위를 $DM(x,y)$ 에 출력한다.
- <82> 도 6은 Strip-연산기(210)의 내부구조를 보여주고 있다. Strip-연산기(210)는 $(Sr+1)$ 개의 S-유니트(211, 212)로 구성되며, 화소값 $R(x,y)$ 및 $L(x+d, y)$ 에 대해 수학적 식 1에 나타낸 $P(x,y,d)$ 를 정합 창 의 수직 크기인 Wy 에 대해 누적을 수행함으로써 MPC 값을 구하고, 계산된 결과 값을 S-버퍼에 저장하게 된다.
- <83> 도7과 8은 각각 S-유니트(211, 212)의 내부구조를 나타낸다. S-유니트(211)는 도 4의 흐름 도에서 S30에 해당하는 것으로 $x=0$ 일 때 정합 창 의 수직 크기인 Wy 에 대한 MPC 값을 구하기 위해 각 픽셀에 대한 계산 값의 누적을 통해 MPC 값을 구한다. 마찬가지로, S-유니트(212)는 도 4의 흐름도에서 S30에서 $x=1\sim 63$ 일 때 정합창의 수직 크기인 $(Wy+1)$ 에 대한 MPC 값을 계산하기 위한 것이다. 결과적으로 입력되는 각 픽셀에 대해 $(Wy+1)$ 크기에 해당하는 MPC 값이 $(Sr+1)$ 개의 S-유니트에 의해 계산되어지는 것을 알 수 있다.
- <84> 도9와 10은 S-버퍼(100)와 S-레지스터의 내부 구조를 나타낸다. S-버퍼(100)는 모두 $(Wx+2)$ 개의 S-레지스터(110)와 MUX, 그리고 카운터로 구성되며, Strip-연산기(210)내의 각 S-유니트(211)로부터 출력되는 정합창의 수직 크기인 $(Wy+1)$ 에 대한 MPC 값들이 병렬

로 들어오는 64개(즉 (S_r+1) 개)의 4-비트 값이 입력되어 S-레지스터(110)에 저장된다. 이 값들은 S-레지스터(110)에 의해 시스템 클럭에 따라 화살표 방향으로 쉬프트된다. 전체 S-레지스터(110)의 크기는 $4 \cdot (S_r+1) \cdot (W_y+2)$ 이며, 6-비트 카운터에 의해 정합 창 수직 크기(W_y+1)에 대한 출력 값이 (W_x+1) 개만큼 출력된다. 이렇게 함으로써, 하나의 정합 창에 대한 MPC 값이 구해지고, 연속적으로 MPC 값을 구할 수 있게된다.

<85> 도 11, 12, 그리고 13은 MPC-유니트(220)와 MPC-버퍼 및 MPC-갱신부의 내부 구조를 보여주고 있다. MPC-유니트(220)는 (W_x+1) 개의 정합 창 수직 크기(W_x+1)의 MPC 값에 대한 연산을 통해 정합 창 MPC(x, y, d) 값을 계산하며, 파이프라인 구조를 가지도록 함으로써 고속의 연산이 가능하도록 한다. MPC-유니트(220)는 도 4의 흐름도의 S120에 해당하는 것으로 $x=w_x$ 일 때 (S_r+1) 개의 d 값에 대해 MPC 값을 계산하고 이를 MPC-버퍼(230)에 출력하게 된다. MPC-버퍼(230)는 MPC-유니트(220)로부터의 MPC 출력 값과 MPC-갱신부(260)의 출력 값을 MUX를 통해 레지스터에 저장하고, MPC-갱신부(260)에 입력으로 사용된다. MPC-갱신부(260)는 (S_r+1) 개의 뿔셈기와 덧셈기로 구성되어 있으며, 수학식 3에 해당하는 연산을 수행하고, 도 4의 흐름도의 S160에 해당하는 것으로 먼저 $S(x+w_x, y, d) - S(x-1-w_x, y, d)$ 에 대한 연산을 수행하고 이 값과 이전의 MPC 결과 값의 덧셈을 수행한다. 여기서 $S(x+w_x, y, d)$ 와 $S(x-1-w_x, y, d)$ 는 각각 Strip-연산기(210)와 S-버퍼(100)로부터의 출력 값이다.

<86> 도 14와 15는 Max_MPC 선택부(240) 및 병렬 최대 값 선택기(241)의 내부 구조를 보여주고 있다. Max_MPC 선택부는 (S_r+1) 개의 MUX와 병렬 최대 값 선택기(241)로 구성되고, 탐색 구간 내에서 최대 MPC(x, y, d) 값을 비교 및 선택하고 그 때의 위치 정보인 $DM(x, y)$ 값을 출력한다. 병렬 최대 값 선택기(241)는 4 개의 Comp 유니트(241-1)와 비교기

(241-2)들로 구성되며, (S_r+1) 인 탐색 구간 내에서 정합 창간의 최대 MPC 값을 선택하고, 그 때의 위치 정보를 출력한다.

<87> 도 16과 17은 Comp 유니트(241-1)와 비교 선택기(241-2)의 내부 구조를 보여주고 있다. Comp 유니트(241-1)는 비교 선택기(241-2)들과 레지스터로 구성되며, 16개의 7-비트 입력에 대해 최대 MPC 값과 그 위치 정보를 출력한다. 각각의 비교 선택기(241-2)를 통해 (S_r+1) 개의 탐색 구간에 대해 동시에 최대 정합창의 위치와 최대 $MPC(x,y,d)$ 값을 출력하게 된다. 이렇게 해서 마지막 비교 선택기를 통해 출력되는 값은 주어진 화소 $R(x,y)$ 에 대한 최대 MPC 값 및 그 때의 변위이다.

【발명의 효과】

<88> 본 발명이 특정 실시 예에 관해서 설명하고 있다 하더라도, 당업자는 아래에 기재되어 있는 청구항에서 정의된 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않고도 다양한 변화 및 수정이 가능함을 이해할 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

기준 영상(reference image)과 그의 기준 화소에 대한 탐색 영상(search image) 간의 스테레오 변위(stereo disparity) 결정 방법에 있어서,

(i) 탐색 창 의 대응 밝기(intensity)와 유사한 기준 창 의 화소 수를 나타내는 정합 화소 수(matching pixel count)를 이용하여, 기준 화소의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 화소의 세트를 포함하는 기준 창(reference window)과 기준 창으로부터 이미 정해진 탐색 범위 내의 거리에 있고 기준 창과 동일한 형태의 탐색 영상의 한 그룹의 각 탐색 창간에 유사도 측정치를 계산하는 단계 및

(ii) 기준 화소에 대한 스테레오 변위로서 유사도 측정치가 가장 크게 되는 탐색 창과 기준 창간의 변위를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

【청구항 2】

(신설) 제 1항에 있어서, $R(x,y)$ 는 기준 화소를 나타내고, 기준 창은 $R(x,y)$ 상의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 $W_x \times W_y$ 개의 화소(여기서 W_x 와 W_y 는 이미 정해진 수임)들을 포함하며, 탐색 창 각각은 탐색 영상의 한 화소인 $L(x+d,y)$ 상의 한 점

(여기서 $d=0$ 에서 $d=S_r$ 까지를 번역으로 함)을 중심으로 하는 반경 내의 $W_x \times W_y$ 개의 화소들을 포함하고,

상기 단계 (i)는 하기 식

(i 1) $P(x,y,d) =$

$$\begin{cases} 1, & \text{if } \text{abs}(Y_R(x,y)-Y_L(x+d,y)) \leq Th \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

(여기서 $Y_R(x,y)$ 와 $Y_L(x+d,y)$ 의 밝기 값을 나타내고, Th 는 이미 정해진 임계 값임)
에 의해 $P(x,y,d)$ 를 계산하는 단계 및 하기 식

(i 2)

$$MPC(x,y,d) = \sum_w P(x,y,d) \quad : \text{수식 1}$$

(여기서 w 는 기준 창과 $L(x+d,y)$ 상의 한 점을 중심으로 일정 거리에 있는 탐색 창을 나타냄)에 의해 $d=0$ 에서 $d=S_r$ 까지의 $MPC(x,y,d)$ 를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 단계 (ii)는 $R(x,y)$ 에 대한 스테레오 변위로서 $MPC(x,y,d)$ 가 가장 큰 값이 되는 d 값을 선택하는 단계를 포함하는 스테레오 변위 결정 방법 및 기준 영상과 그의 기준 화소에 대한 탐색 영상간의 스테레오 변위 결정 장치에 있어서,

(i) 탐색 창의 대응 화소들의 밝기와 유사한 기준 창의 화소 수를 나타내는 정합 화소 수를 이용하여, 기준 화소의 한 점을 중심으로 하는 탐색 창 내의 화소의 세트를 포함하는 기준 창과 기준 창으로부터 이미 정해진 탐색 범위 내의 거리에 있고 기준 창과 동일한 형태의 탐색 영상의 한 그룹의 각 탐색 창간에 유사도 측정치를 계산하는 제 1수단 및

(ii) 기준 화소에 대한 스테레오 변위로서 유사도 측정치가 가장 크게 되는

탐색 창과 기준 창간의 변위를 결정하는 제 2수단 을 포함하되 $R(x,y)$ 는 기준 화소를 나타내고, 기준 창은 $R(x,y)$ 상의 한 점을 중심으로 하는 반경 내의 $W_x \times W_y$ 개의 화소(여기서 W_x 와 W_y 는 이미 정해진 수임)들을 포함하며, 탐색 창 각각은 탐색 영상의 한 화소인 $L(x+d,y)$ 상의 한 점(여기서 $d=0$ 에서 $d=S_r$ 까지를 변역으로 함)을 중심으로 하는 $W_x \times W_y$ 개의 화소들을 포함하고,

상기 제 1수단은 하기 식

$$(i1) P(x,y,d) =$$

$$\begin{cases} 1, & \text{if } abs(Y_R(x,y) - Y_L(x+d,y)) \leq Th \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

(여기서 $Y_R(x,y)$ 와 $Y_L(x+d,y)$ 의 밝기 값을 나타내고, Th 는 이미 정해진 임계값임)에 의해 $P(x,y,d)$ 를 계산하고,

$$S(x,wy,d) = \sum_{i=-wy}^{wy} P(x,wy+i,d) \quad : \text{수식 2}$$

(여기서 wy 는 $(W_y-1)/2$ 에 의해 $S(x,y,d)$ 의 값을 계산하는 Strip-연산기 및 S-유니트 ,

(i2) 상기 Strip-연산기로부터의 $S(x,y,d)$ 값을 저장하기 위한 S-버퍼 및 S-레지스터,

(i3) 하기 식

$$MPC(wx,y,d) = \sum_{i=-wy}^{wy} S(wx+i,y,d) \quad : \text{수식 3}$$

(여기서 w_x 는 $(W_y-1)/2$, $S(w_x+i, y, d)$ 는 정합 창 의 수직 크기인 W_y 에 해당하는 MPC 값임)에 의해 $MPC(x, y, d)$ 를 결정하는 제 3수단 을 포함하며,

상기 제 2수단은 $R(x, y)$ 에 대한 스테레오 변위로서 $MPC(x, y, d)$ 가 가장 큰 값이 되는 d 값을 선택하는 단계를 포함하는 스테레오 변위 결정 장치.

【청구항 3】

(신설) 제 2항에 있어서, 상기 제 3수단은 각각이 d 값 각각에 대해서 $MPC(x, y, d)$ 를 결정하는 (S_r+1) 개의 MPC-유니트를 포함하는 스테레오 변위 결정 장치 및 MPC 수단 각각은, 하기 식

$$S(x, w_y, d) = \sum_{i=-w_y}^{w_y} P(x, w_y+i, d)$$

(여기서 w_y 는 $(W_y-1)/2$)에 의해 $S(x, y, d)$ 의 값을 결정하는 수단 및 상기 $S(x, y, d)$ 의 값을 사용하여, 하기의 식

$$MPC(w_x, y, d) = \sum_{i=-w_y}^{w_y} S(w_x+i, y, d) \quad (x=w_x \text{인 경우})$$

$$MPC(x, y, d) = MPC(x-1, y, d) + S(x+w_x, y, d) - S(x-1-w_x, y, d) \quad \text{:수식 4}$$

(여기서 w_x 는 $(W_x-1)/2$)에 의해 $MPC(x, y, d)$ 의 값을 생성하는 수단 을 포함하는 스테레오 변위 결정 장치 및 상기 MPC 결정 수단으로부터의 $MPC(x, y, d)$ 의 값을 저장하고 그 저장된 $MPC(x, y, d)$ 의 값을 상기 MPC 생성 수단에 제공하기 위한 MPC-버퍼를 더 포함하는 스테레오 변위 결정 장치 및 상기 MPC 결정 수단은, 하기 식

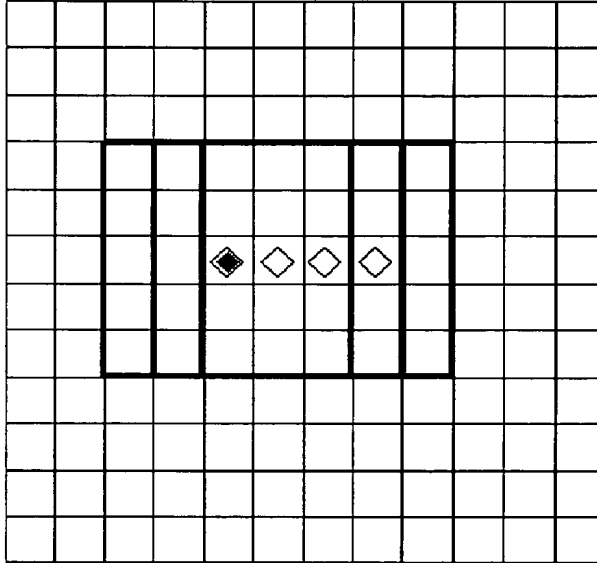
$$MPC(x,y,d)=MPC(x-1,y,d)+S(x+wx,y,d)-S(x-1-wx,y,d) \quad : \text{수식 5}$$

(여기서 w_x 는 $(W_x-1)/2$)에 의해 갱신되는 $MPC(x,y,d)$ 의 값을 수식 4를 이용하는 MPC-갱신부를 포함하는 스테레오 변위 결정 장치 및 상기 Strip-연산기는 각각의 d 에 대한 $L(x+d,y)$ 의 값을 각각 저장하는 (S_r+1) 개의 S-유니트로부터의 (S_r+1) 개의 $L(x+d,y)$ 에 응답하여, $d=0$ 부터 $d=(S_r+1)$ 개의 $S(x,y,d)$ 값을 동시에 제공하는 (S_r+1) 개의 S-유니트를 포함하는 스테레오 변위 결정 장치.

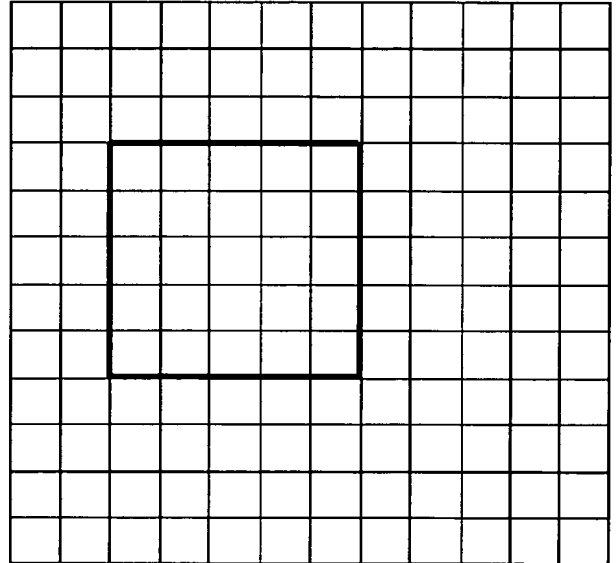
【도면】

【도 1】

탐색 영상

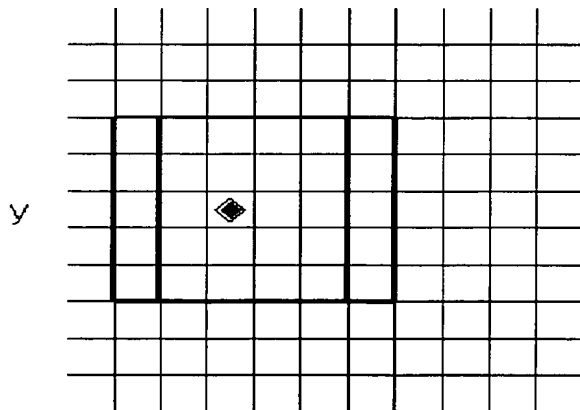


기준 영상

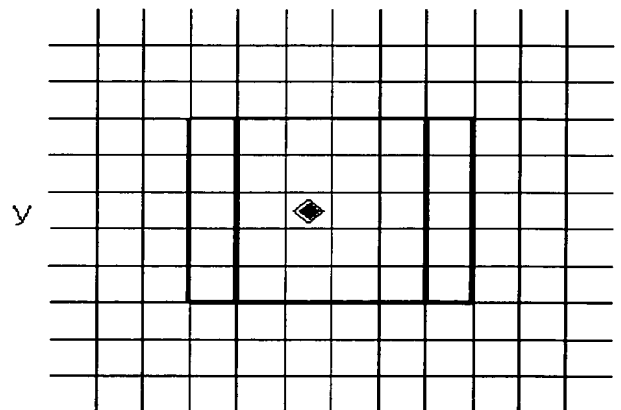


【도 2】

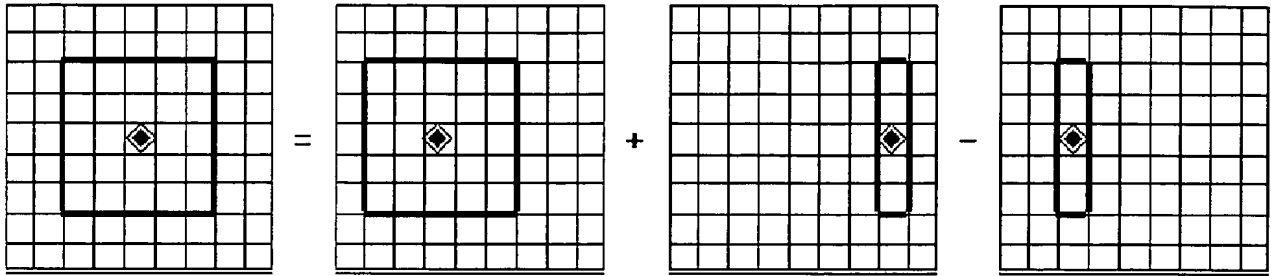
x



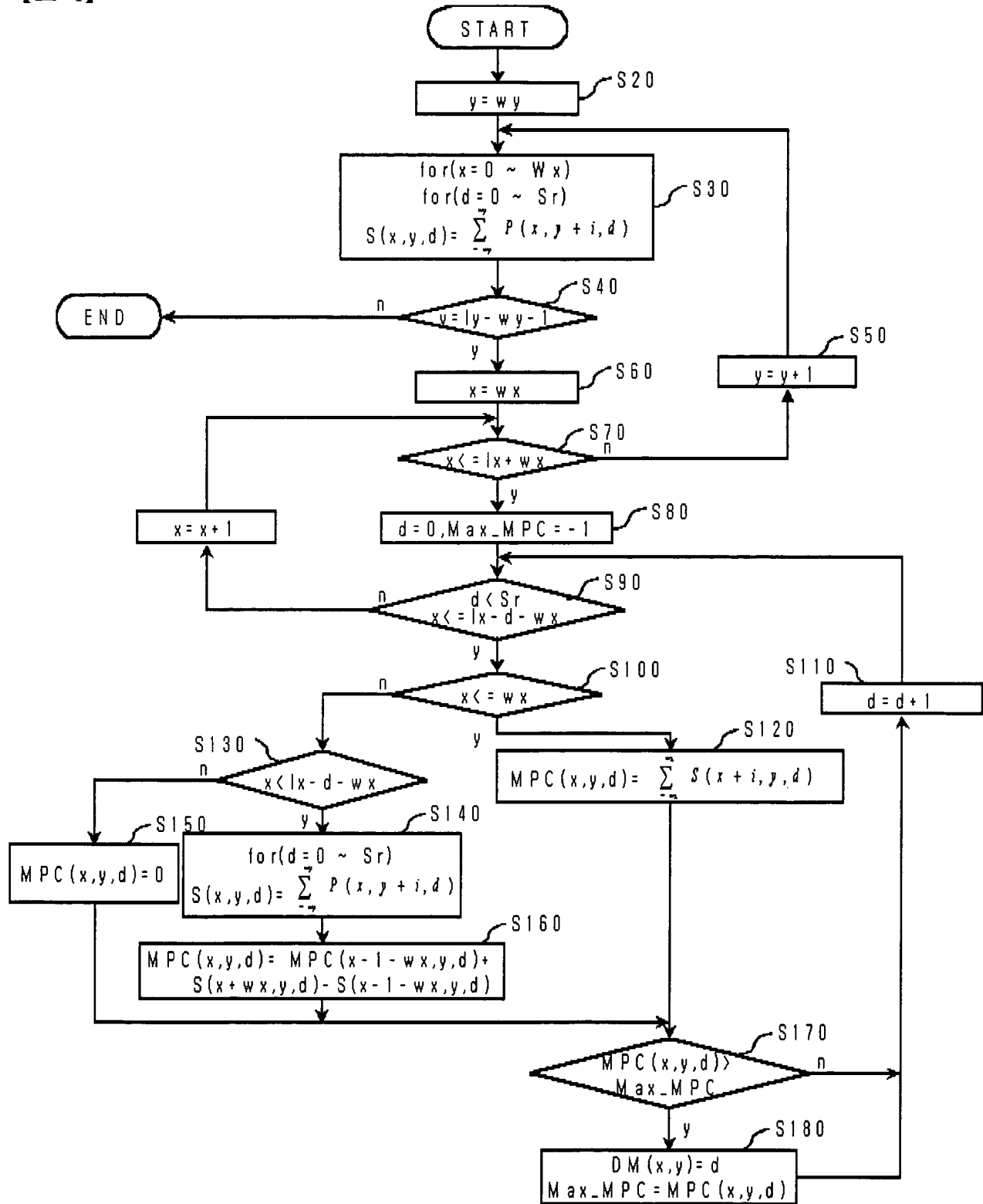
$x+d$



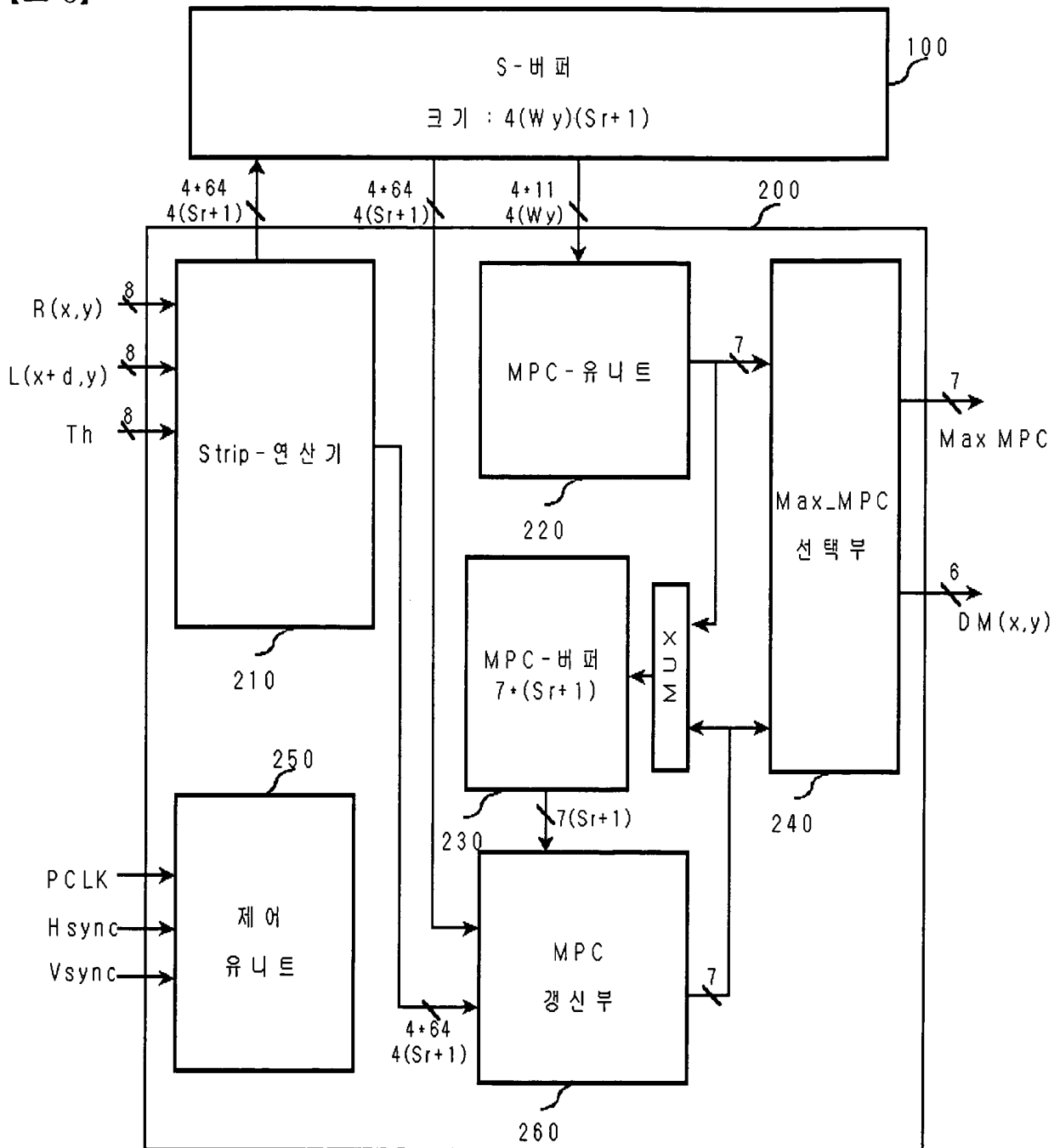
【도 3】



【도 4】

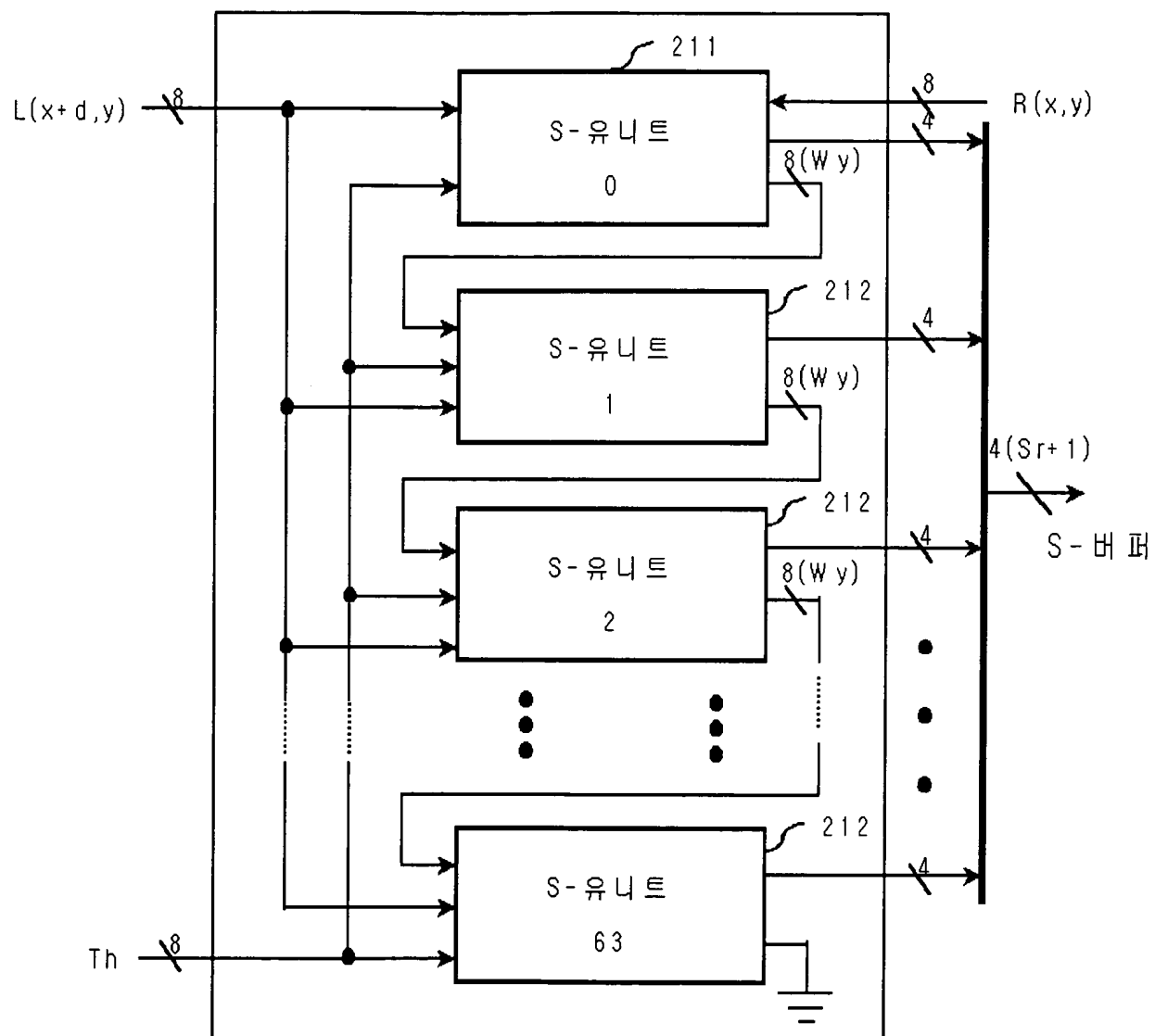


【도 5】

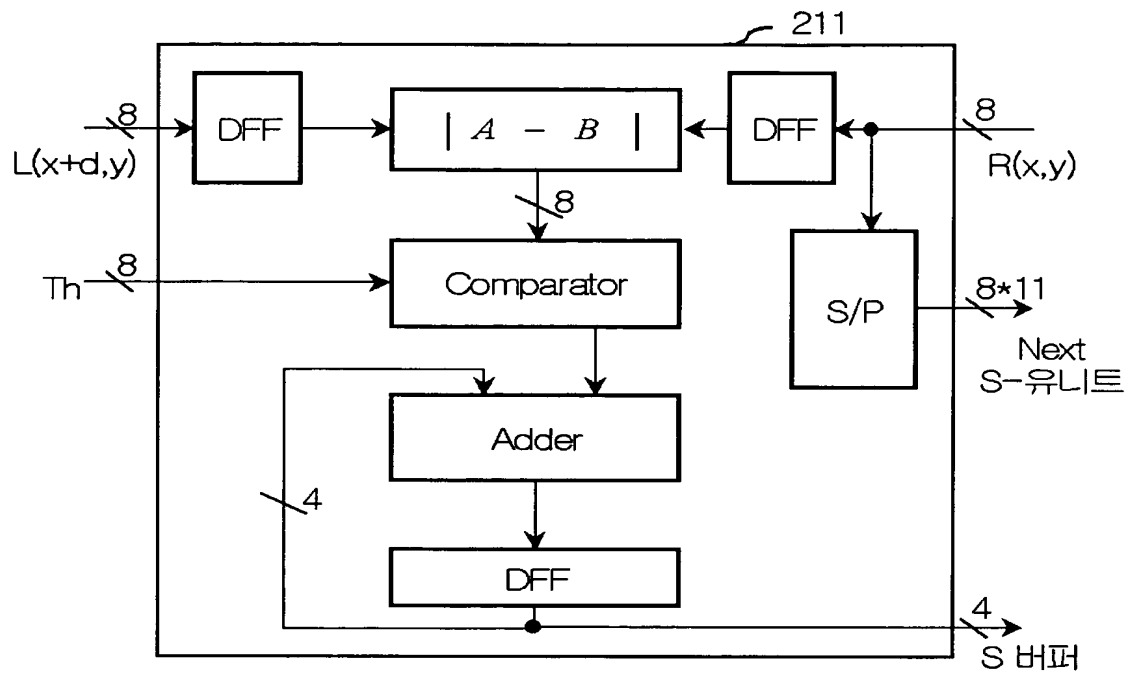


【도 6】

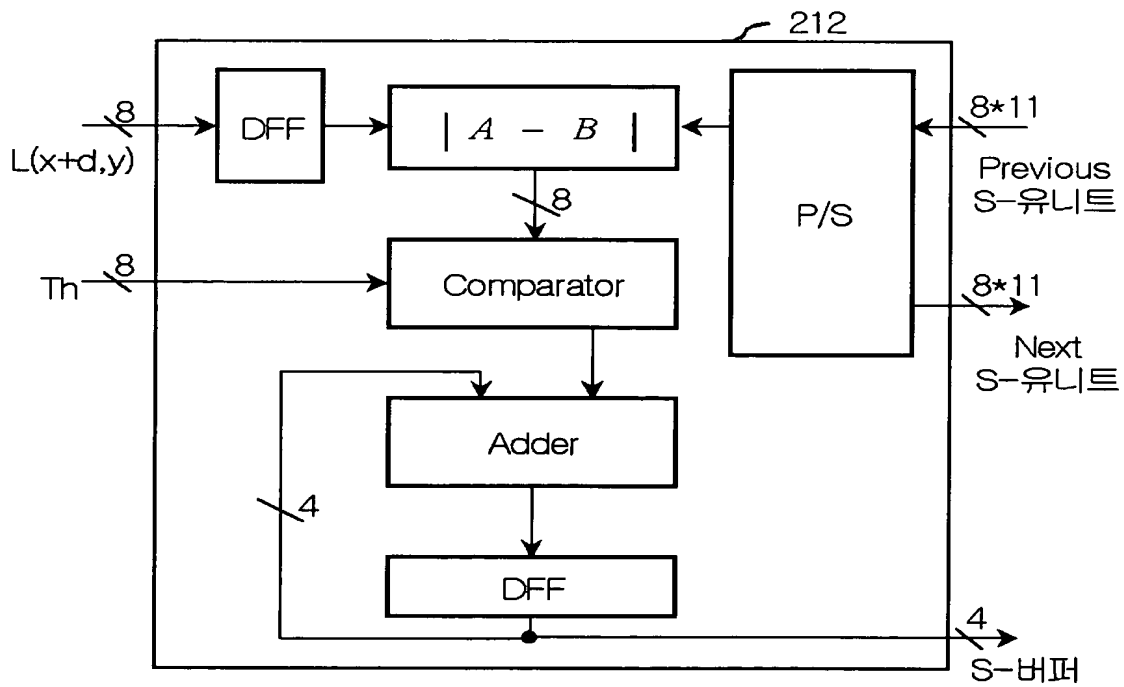
210



【도 7】

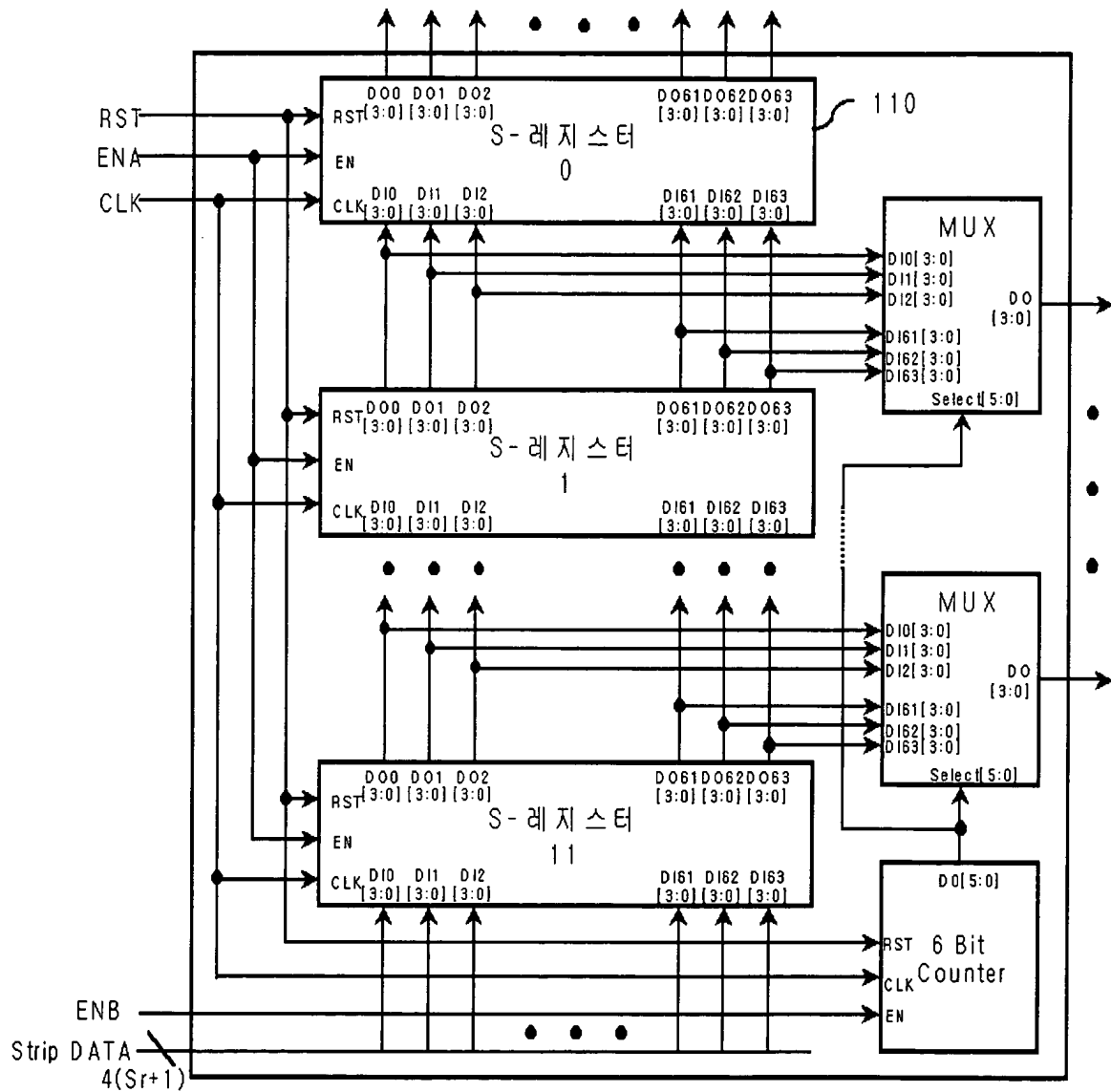


【도 8】

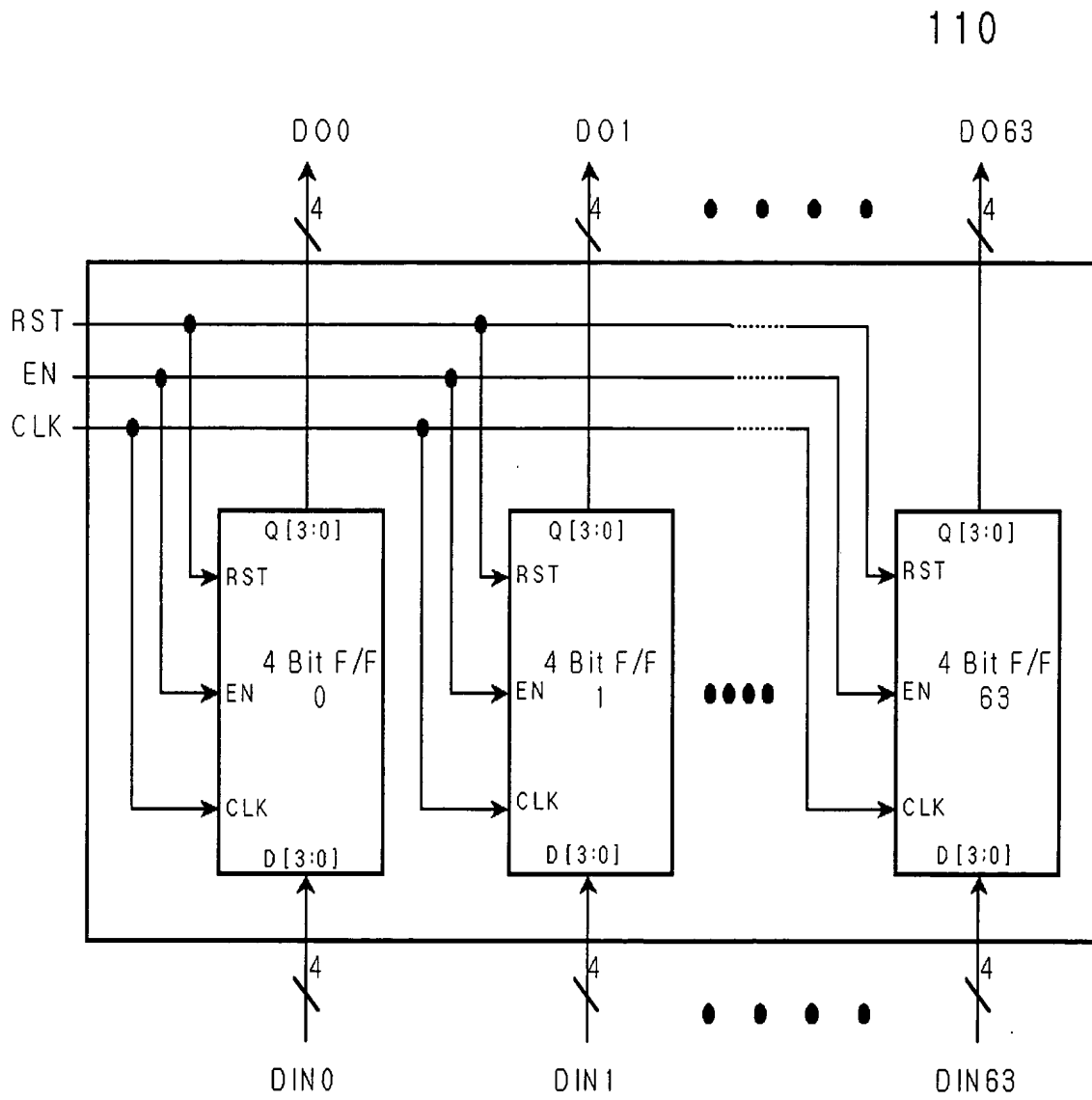


【도 9】

100

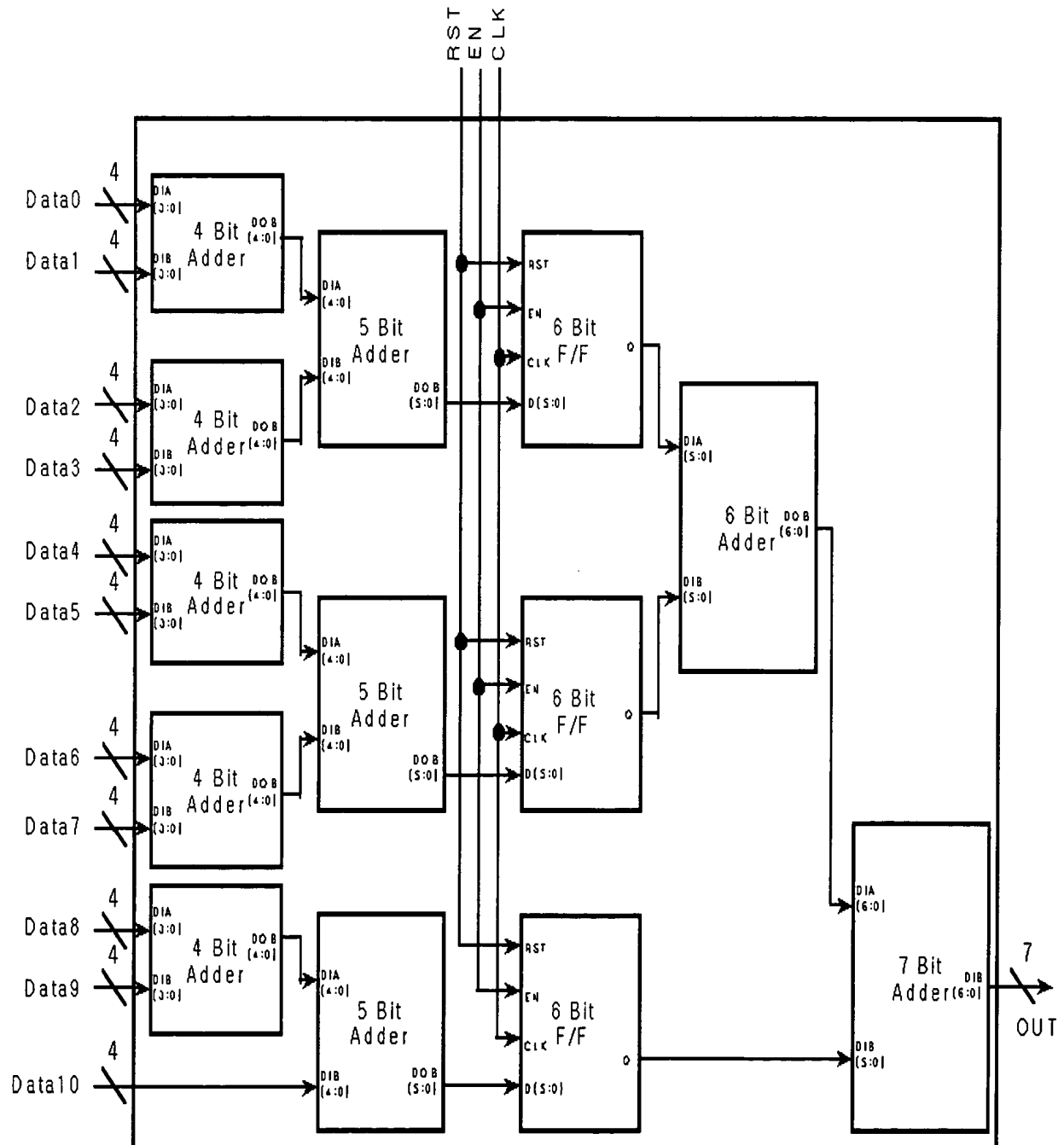


【도 10】



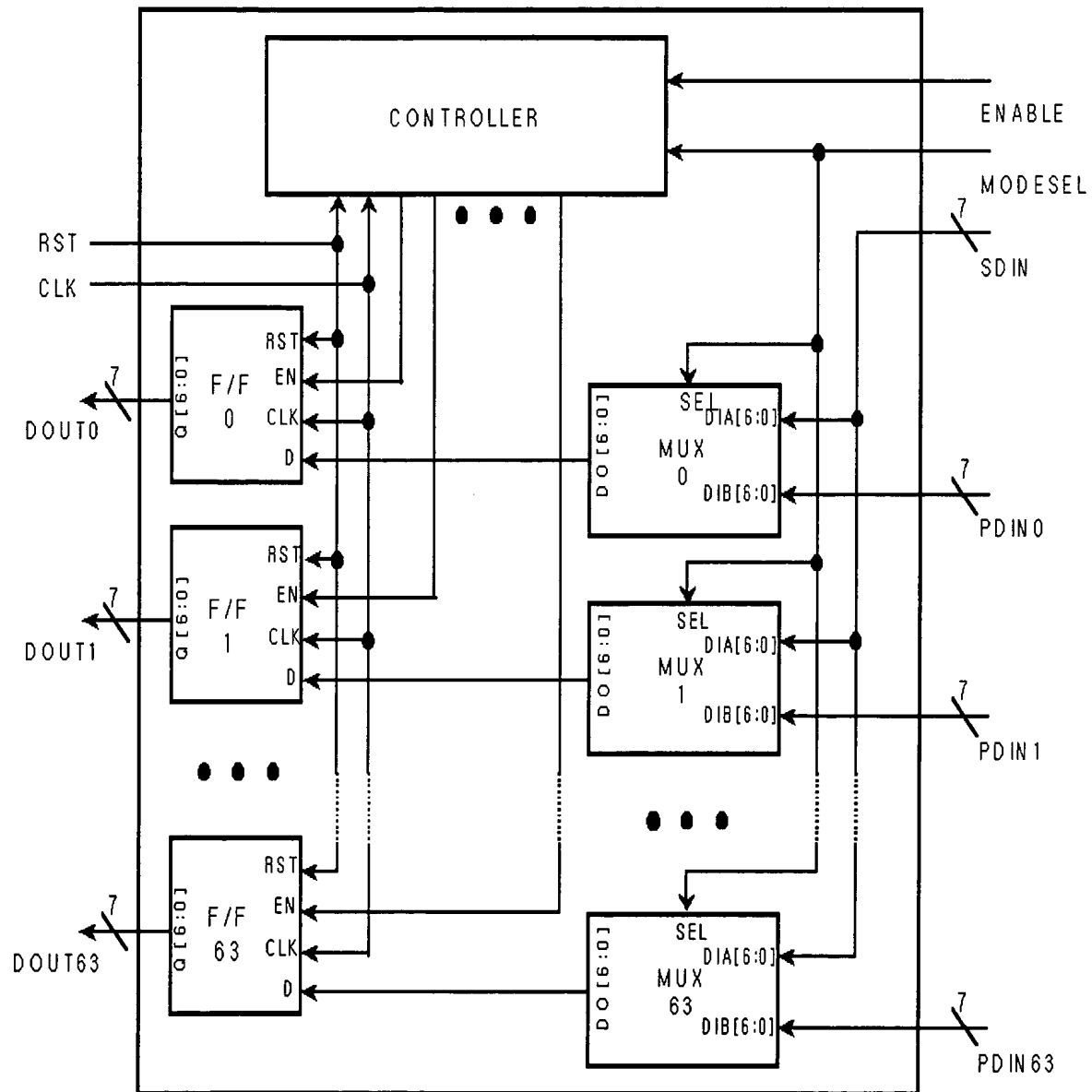
【도 11】

220



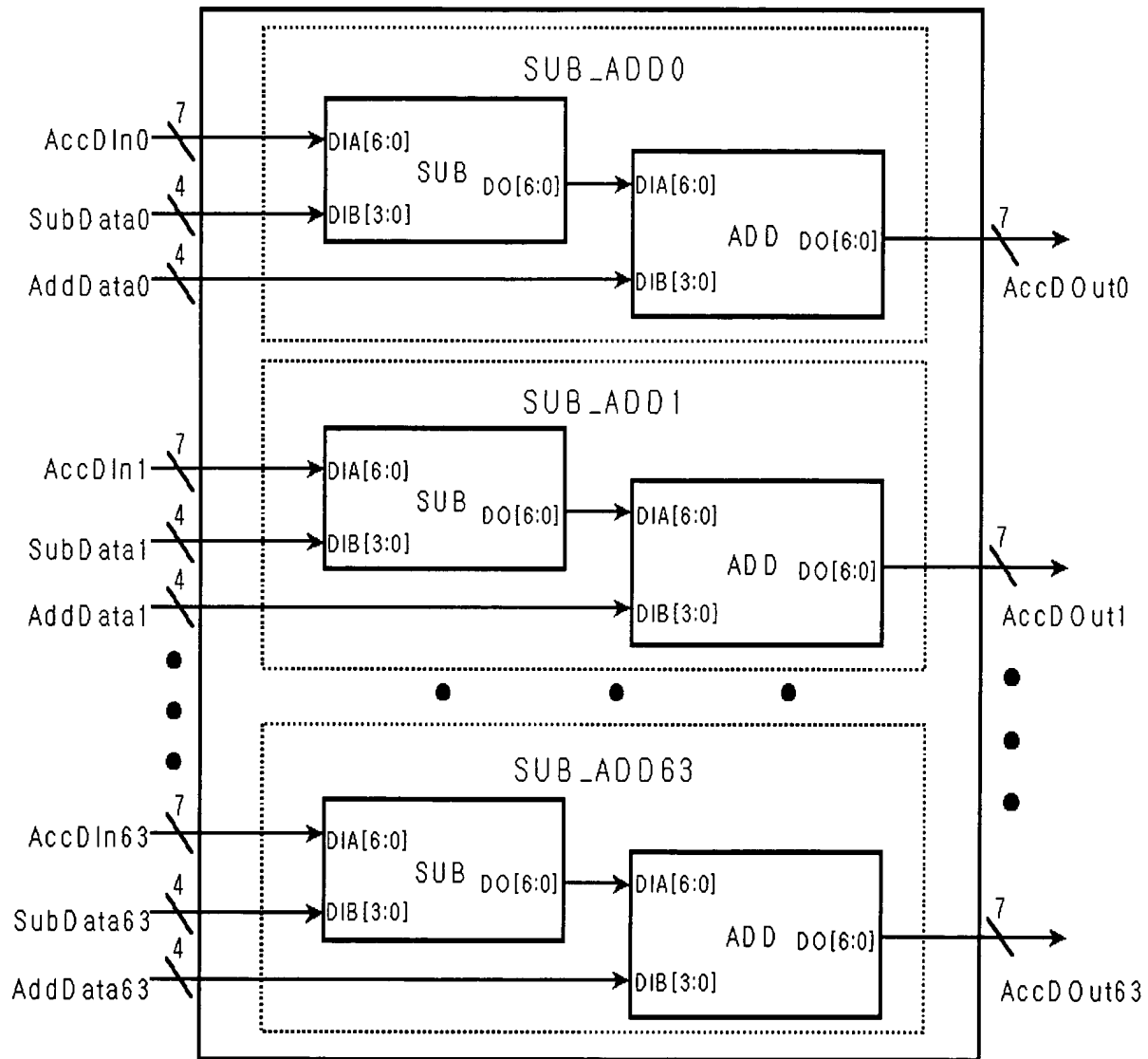
【도 12】

230



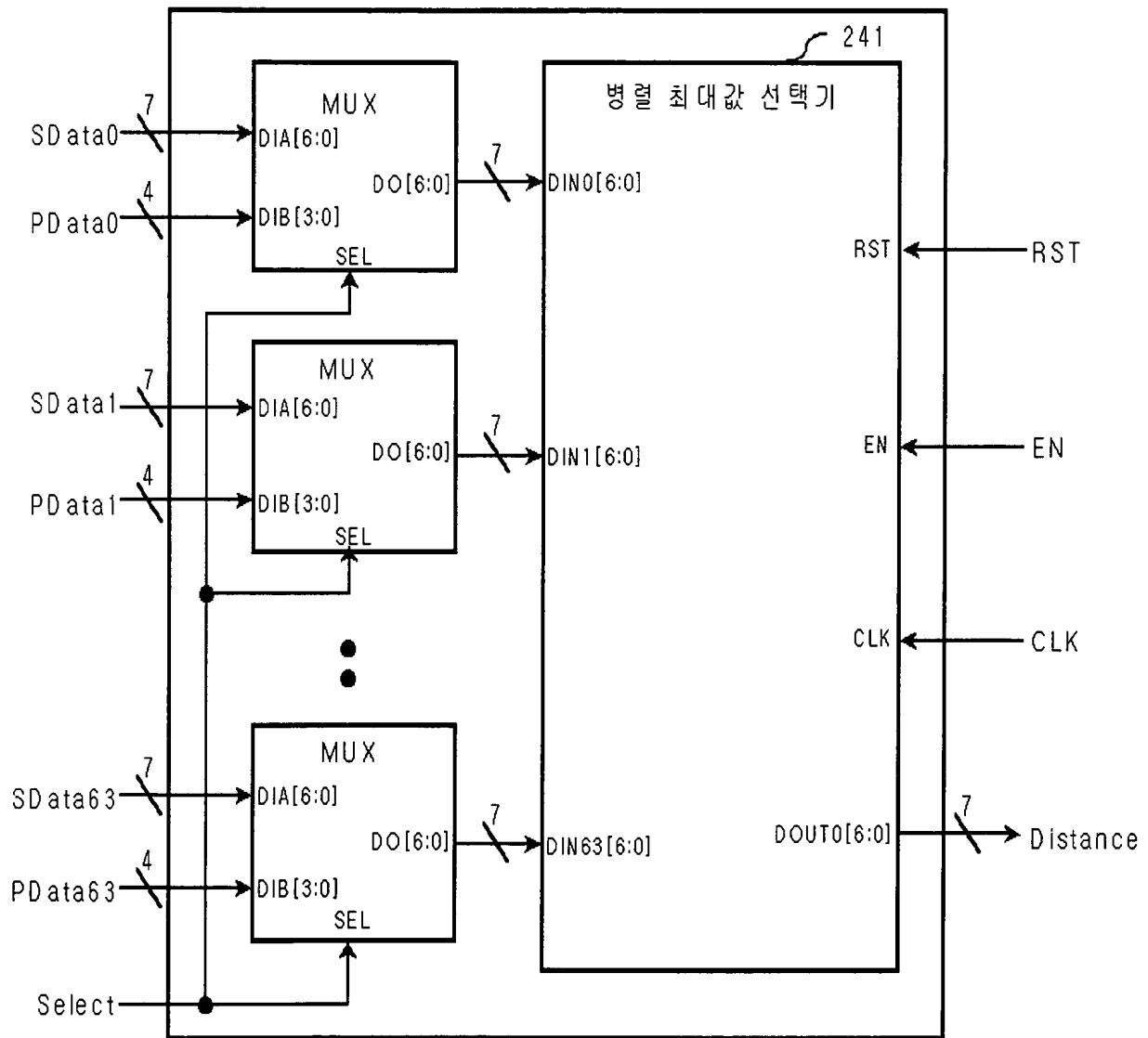
【도 13】

260



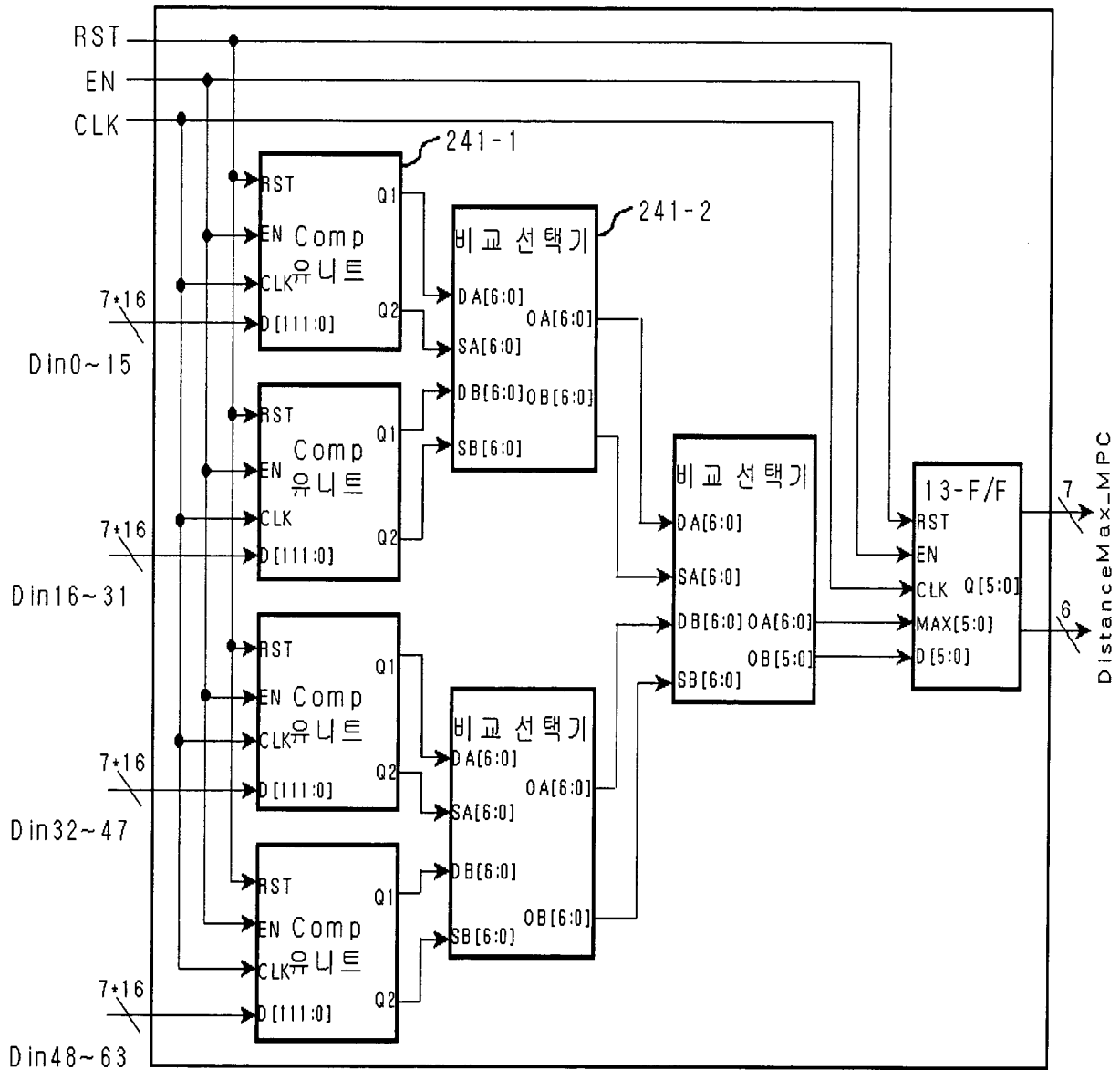
【도 14】

240



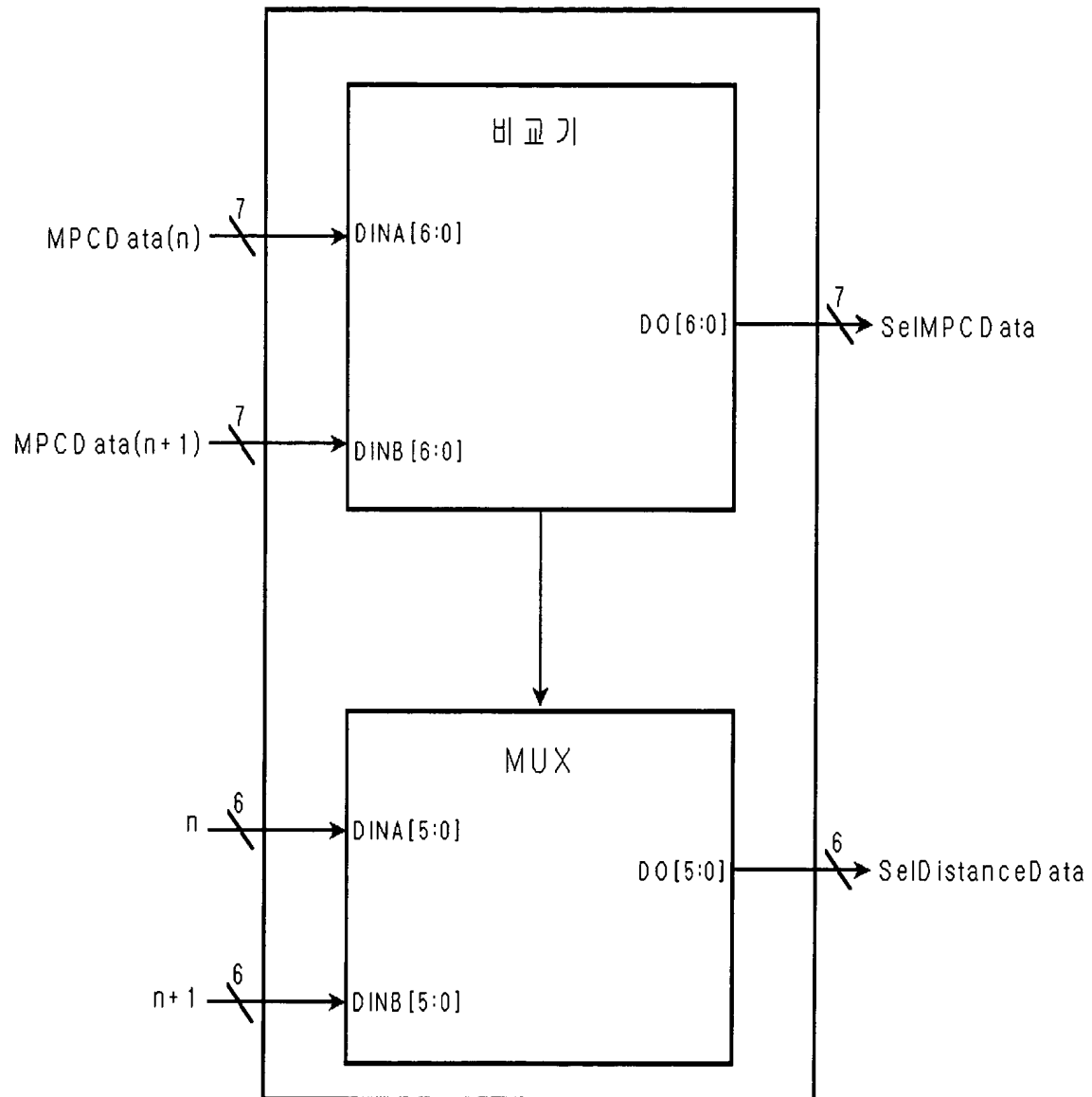
【도 15】

241



【도 16】

241-2



【도 17】

241-1

